

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-155262

(43)Date of publication of application : 06.06.2000

(51)Int.Cl.

G02B 15/14

(21)Application number : 10-329501

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 19.11.1998

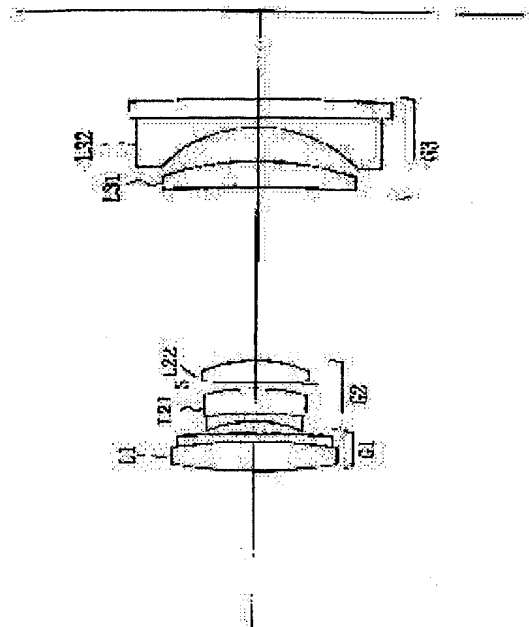
(72)Inventor : OTAKE MOTOYUKI

(54) VARIABLE FOCAL LENGTH LENS SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a variable focal length lens system which is compact and suitable for high variable power by constituting the variable focal length lens system to satisfy a specified condition.

SOLUTION: This lens system is constituted of a 1st lens group G1 having positive refractive power, a 2nd lens group G2 having positive refractive power and a 3rd lens group G3 having negative refractive power in this order from the object side. The 1st lens group G1 to the 3rd lens group G3 are all moved to the object side so that a distance between the 1st and the 2nd lens groups G1 and G2 may be increased and a distance between the 2nd and the 3rd lens groups G2 and G3 may be decreased. When it is assumed that the lateral magnification of the negative lens group G3 in a wide angle end state is β_w , the focal length of a negative lens L32 in the negative lens group G3 is (fn), the focal length of a positive lens L31 in the negative lens group G3 is (fp) and the focal length of the negative lens group G3 is (fb), the lens system satisfies conditions $1.35 < \beta_w < 1.60$ and $1.3 < (|fn| + fp) / fb < 2.6$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-155262

(P2000-155262A)

(43) 公開日 平成12年6月6日(2000.6.6)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 2 B 15/14

識別記号

F I

G 0 2 B 15/14

キーワード(参考)

2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平10-329501

(22) 出願日 平成10年11月19日(1998.11.19)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 大竹 基之

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

(74) 代理人 100096256

弁理士 山口 孝雄

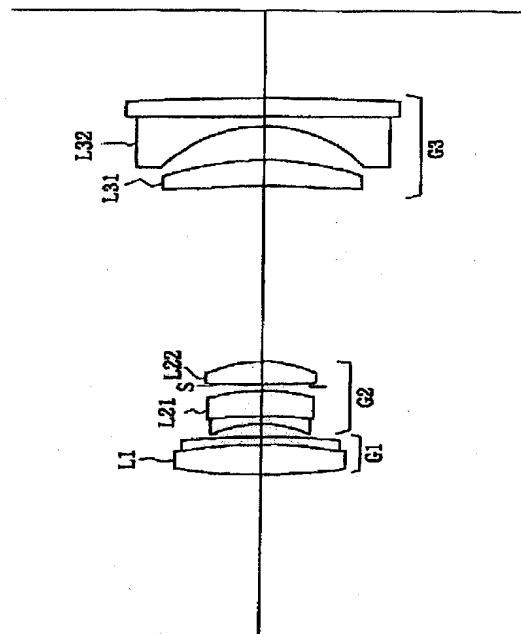
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可変焦点距離レンズ系

(57) 【要約】

【課題】 小型で、高変倍化に適した可変焦点距離レンズ系。

【解決手段】 最も像側に配置された負レンズ群GBと、その物体側に隣接して配置された正レンズ群GAとを備えている。広角端から望遠端へのレンズ位置状態の変化に際して、正レンズ群GAと負レンズ群GBとの間隔が減少するように物体側へ移動する。正レンズ群GAは、開口絞りの像側に配置された両凸レンズを含んでいる。負レンズ群GBは、物体側から順に、像側に凸面を向け且つ両側面が非球面状に形成された正レンズLpと、物体側に凹面を向けた負レンズLnとを有する。条件式(1)および(2)を満足する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レンズ系の最も像側に配置された負の屈折力を有する負レンズ群GBと、該負レンズ群GBの物体側に隣接して配置された正の屈折力を有する正レンズ群GAとを備え、広角端状態から望遠端状態へのレンズ位置状態の変化に際して、前記正レンズ群GAと前記負レンズ群GBとの間隔が減少するように、前記正レンズ群GAおよび前記負レンズ群GBが物体側へ移動する可変焦点距離レンズ系において、

前記正レンズ群GAは、開口絞りの像側に配置された両凸レンズを含み、

前記負レンズ群GBは、物体側から順に、像側に凸面を向け且つ物体側の面および像側の面がともに非球面状に形成された正レンズLpと、物体側に凹面を向けた負レンズLnとを有し、

広角端状態における前記負レンズ群GBの横倍率を β_{wb} とし、前記負レンズ群GB中の前記負レンズLnの焦点距離を f_n とし、前記負レンズ群GB中の前記正レンズLpの焦点距離を f_p とし、前記負レンズ群GBの焦点距離を f_b としたとき、

$$1.35 < \beta_{wb} < 1.60$$

$$1.3 < (|f_n| + f_p) / |2 \cdot f_b| < 2.6$$

の条件を満足することを特徴とする可変焦点距離レンズ系。

【請求項2】 前記正レンズ群GA中において最も像側に配置された正レンズLaの焦点距離を f_a とし、前記負レンズ群GBの焦点距離を f_b としたとき、

$$0.65 < f_a / |f_b| < 1.60$$

の条件を満足することを特徴とする請求項1に記載の可変焦点距離レンズ系。

【請求項3】 前記開口絞りよりも物体側に配置されたレンズ群の望遠端状態における合成焦点距離を f_x とし、望遠端状態におけるレンズ系全体の焦点距離を f_t としたとき、

$$-2.0 < f_t / f_x < 0.7$$

の条件を満足することを特徴とする請求項1または2に記載の可変焦点距離レンズ系。

【請求項4】 レンズ系の最も物体側に配置された正の屈折力を有する第1レンズ群G1を備え、

前記第1レンズ群G1の焦点距離を f_1 とし、広角端状態におけるレンズ系全体の焦点距離を f_w とし、望遠端状態におけるレンズ系全体の焦点距離を f_t としたとき、

$$0.4 < f_1 / (f_w \cdot f_t)^{1/2} < 1.0$$

の条件を満足することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の可変焦点距離レンズ系。

【請求項5】 広角端状態から望遠端状態へのレンズ位置状態の変化に際して、前記第1レンズ群G1と前記正レンズ群GAとの間隔が増大することを特徴とする請求項4に記載の可変焦点距離レンズ系。

【請求項6】 前記正レンズ群GA中において最も像側に配置された正レンズLaは、物体側の面および像側の面がともに非球面状に形成されていることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の可変焦点距離レンズ系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は可変焦点距離レンズ系に関し、特に高変倍化に適した可変焦点距離レンズ系に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、携帯性（小型化および軽量化において優れていること）の重視されるレンズシャッター式カメラでは、撮影光学系としてズームレンズを備えたカメラが主流である。カメラ本体の小型化を実現するには光学系の小型化が重要であり、望遠型の屈折力配置を用いてレンズ全長の短縮を図っている。ズームレンズでは、焦点距離の変化により撮影者の意図に合わせた撮影を自在に行なうことができるというユーザーメリットがある反面、焦点距離の変化に伴ってレンズ全長が大きく変化するので、カメラ本体の小型化が難しい。

【0003】 なお、カメラ本体の小型化は、レンズ径の小型化によるカメラ本体の幅および高さの小型化と、レンズ厚およびレンズ全長の小型化（薄肉化および短縮化）によるカメラ本体の厚さの小型化（薄肉化）とに分類される。ここで、レンズ厚の薄肉化にはレンズ枚数の削減が適切であり、レンズ全長の短縮化には各レンズの屈折力を強めることが効果的である。しかしながら、いずれの場合にも、各レンズで発生する諸収差が増大するため、高性能化が難しくなる。

【0004】 近年、非球面レンズの加工技術が向上し、それによって非球面レンズを積極的に取り入れることにより、少ないレンズ枚数でも良好な光学性能を得ることができるようになってきている。非球面レンズは、開口絞りの近傍に配置される場合には主に球面収差の補正に効果を発揮し、開口絞りから離れて配置される場合には軸外収差の補正に効果を発揮する。この非球面レンズの収差補正上の機能を利用し、各レンズ面の屈折力が高まることに付随して発生する光学性能の劣化を良好に抑えて、撮影光学系の小型化を実現することができる。

【0005】 非球面レンズは、一方の面だけが非球面状に形成された片側非球面レンズと、双方の面がともに非球面状に形成された両側非球面レンズとに分類される。片側非球面レンズを導入する方が一般的であるが、両側非球面レンズを導入した可変焦点距離レンズ系が、例えば特開平3-127012号公報や特開平4-78811号公報に開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、非球面レンズをより積極的に収差補正に活用する場合、収差補

正上の効果が高めるために基準球面からの非球面の変位量(基準球面と非球面との間の光軸方向の距離)を大きくすると、偏心が微量であってもレンズの性能が著しく劣化してしまう。

【0007】特開平3-127012号公報や特開平4-78811号公報に開示された可変焦点距離レンズ系では、各非球面の収差補正機能が明確でなく、非球面を導入することによる小型化や高性能化の効果が十分に引き出されていないという不都合があった。加えて、非球面レンズが多用されているので、製造時に発生する偏心等による性能劣化が大きくなり易く、安定した品質の製品を消費者に提供することもできないという不都合があった。

【0008】本発明は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、小型で、高変倍化に適した可変焦点距離レンズ系を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、本発明では、レンズ系の最も像側に配置された負の屈折力を有する負レンズ群GBと、該負レンズ群GBの物体側に隣接して配置された正の屈折力を有する正レンズ群GAとを備え、広角端状態から望遠端状態へのレンズ位置状態の変化に際して、前記正レンズ群GAと前記負レンズ群GBとの間隔が減少するように、前記正レンズ群GAおよび前記負レンズ群GBが物体側へ移動する可変焦点距離レンズ系において、前記正レンズ群GAは、開口絞りの像側に配置された両凸レンズを含み、前記負レンズ群GBは、物体側から順に、像側に凸面を向け且つ物体側の面および像側の面がともに非球面状に形成された正レンズLpと、物体側に凹面を向けた負レンズLnとを有し、広角端状態における前記負レンズ群GBの横倍率を β_{wb} とし、前記負レンズ群GB中の前記負レンズLnの焦点距離を f_n とし、前記負レンズ群GB中の前記正レンズLpの焦点距離を f_p とし、前記負レンズ群GBの焦点距離を f_b としたとき、

$$1.35 < \beta_{wb} < 1.60$$

$$1.3 < (|f_n| + f_p) / |2 \cdot f_b| < 2.6$$

の条件を満足することを特徴とする可変焦点距離レンズ系を提供する。

【0010】本発明の好ましい態様によれば、前記正レンズ群GA中において最も像側に配置された正レンズLaの焦点距離を f_a とし、前記負レンズ群GBの焦点距離を f_b としたとき、

$$0.65 < f_a / |f_b| < 1.60$$

の条件を満足する。

【0011】また、本発明の別の好ましい態様によれば、前記開口絞りよりも物体側に配置されたレンズ群の望遠端状態における合成焦点距離を f_x とし、望遠端状態におけるレンズ系全体の焦点距離を f_t としたとき、 $-2.0 < f_t / f_x < 0.7$

の条件を満足する。

【0012】

【発明の実施の形態】一般的に、レンズシャッター式カメラにはレンズ全長の短い光学系が適していることが知られている。そこで、この種のカメラには、主に望遠型の屈折力配置を有する光学系が用いられている。特に、レンズシャッター式カメラに用いられるズームレンズでは、負レンズ群を最も像側に配置してレンズ全長を短縮化している。なお、本明細書において、負レンズ群とは全体として負屈折力を有するレンズ群であり、正レンズ群とは全体として正屈折力を有するレンズ群である。

【0013】本発明においては、以下の条件①～⑤を満足するように構成することにより、小型で高変倍化に適した可変焦点距離レンズ系を達成することができる。

①光学系の最も像側に負レンズ群GBを配置し、その物体側に隣接して正レンズ群GAを配置し、正レンズ群GA中またはその近傍に開口絞りを配置する。

②広角端状態から望遠端状態へのレンズ位置状態の変化に際して、正レンズ群GAと負レンズ群GBとの間隔が減少するように正レンズ群GAおよび負レンズ群GBとともに物体側へ移動させる。

【0014】③負レンズ群GBは、物体側から順に、像側に凸面を向けた正レンズLpと、その像側に空気間隔を隔てて配置され且つ物体側に凹面を向けた負レンズLnとで構成されている。

④負レンズ群GB中の正レンズLpは、物体側の面および像側の面がともに非球面状に形成された両側非球面レンズである。

⑤正レンズ群GAは、開口絞りよりも像側に配置された正レンズLaを含んでいる。

【0015】条件①は、レンズ全長を短縮しながら高性能化を図るための条件である。本発明では、従来技術と同様に、負レンズ群GBの物体側に少なくとも1つの正レンズ群を配置し、負レンズ群GBよりも物体側に配置されたレンズ群の合成屈折力を強い正屈折力に設定することにより、レンズ全長を短縮している。

【0016】条件②は、高い変倍比を維持しながら高性能化を図るのに必要な条件である。本発明では、広角端状態において正レンズ群GAと負レンズ群GBとの間隔を広げて配置し、バックフォーカスを短くしている。これにより、負レンズ群GBを通過する軸外光束を光軸から離し、軸上収差と軸外収差とを同時に補正している。また、広角端状態から望遠端状態へのレンズ位置状態の変化に際して、正レンズ群GAと負レンズ群GBとの間隔を狭めるように正レンズ群GAおよび負レンズ群GBを物体側へ移動させる。この結果、負レンズ群GBを通過する軸外光束が光軸に近づく、レンズ位置状態の変化に伴って発生する軸外収差の変動を良好に補正することができる。

【0017】条件③は、レンズ径の小型化を図るための

条件である。本発明では、負レンズ群GBを通過する軸外光束は、正レンズLpで一旦収められた後に、負レンズLnで発散される。その結果、レンズ径の小型化を図ることができる。

【0018】条件④は、より高性能化を図るための条件である。片側非球面レンズを導入することにより、広角端状態で発生するコマ収差を良好に補正し、画面周辺部の画質を向上させることができる。しかしながら、導入した片側非球面の収差補正上の効果を高めようとする、前述したように、レンズ周縁部で非球面と基準球面との間の変位量が大きくなる。その結果、製造時に発生する偏心が微小であっても、性能が著しく劣化してしまう。

【0019】そこで、本発明では、正レンズLpの両側のレンズ面を非球面状に形成し、物体側の非球面が主に望遠端状態における軸上収差を補正し、像側の非球面が主に軸外収差を補正している。すなわち、物体側の非球

$$1.35 < \beta_{wb} < 1.60 \quad (1)$$

$$1.3 < (|f_n| + f_p) / |2 \cdot f_b| < 2.6 \quad (2)$$

ここで、 β_{wb} は、広角端状態における負レンズ群GBの横倍率である。また、 f_n は負レンズ群GB中の負レンズLnの焦点距離であり、 f_p は負レンズ群GB中の正レンズLpの焦点距離である。さらに、 f_b は、負レンズ群GBの焦点距離である。

【0022】条件式(1)は、小型化と高性能化とのバランスを図るための条件式である。条件式(1)の上限値を上回ると、負レンズ群GBによる(負レンズ群GBよりも物体側に配置されたレンズ群の)拡大率が大きくなるため、負レンズ群GBよりも物体側に配置されたレンズ群で発生する諸収差が特に望遠端状態でより拡大され、所要の光学性能を得ることができなくなってしまう。逆に、条件式(1)の下限値を下回ると、広角端状態で負レンズ群GBを通過する軸外光束が光軸から離れるため、レンズ径の小型化を充分に達成することができなくなってしまう。

【0023】条件式(2)は、最も像側に配置された負レンズ群GBを構成する正レンズLpの焦点距離と負レンズLnの焦点距離との比について適切な範囲を規定する条件式である。条件式(2)の上限値を上回ると、正レンズLpの屈折力および負レンズLnの屈折力が弱くなり、結果としてレンズ径が大きくなってしまう。逆に、条件式(2)の下限値を下回ると、正レンズLpの屈折力および負レンズLnの屈折力が強くなる。その結果、正レンズLpを製造する際に物体側レンズ面と像側レンズ面との間に微小の相互偏心が発生すると、その微小偏心に起因して性能が大きく劣化してしまう。

【0024】また、本発明においては、より良好な結像性能を得るために、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

$$0.65 < f_a / |f_b| < 1.60 \quad (3)$$

面では、基準球面と非球面との変位量がレンズ縁端部で比較的小さい。また、像側の非球面では、基準球面と非球面との変位量がレンズ中央部では小さく、レンズ縁端部では大きい。このように、正レンズLpに導入された2つの非球面において収差補正上の機能を分離することにより、製造時に微小の偏心が発生しても偏心に起因する性能劣化を小さくすることができる。

【0020】条件⑤は、広角端状態で発生しがちな正の歪曲収差を良好に補正するための条件である。開口絞りよりも像側に正レンズLaと負レンズ群GBとを配置することにより、開口絞りを挟んだ屈折力配置が対称型に近づき、正の歪曲収差を良好に補正することができる。

【0021】以下、本発明の条件式を参照しながら、本発明の構成についてさらに詳細に説明する。本発明においては、上述の基本的な構成に加えて、以下の条件式(1)および(2)を満足する。

ここで、 f_a は、正レンズ群GA中において最も像側に配置された正レンズLaの焦点距離である。また、 f_b は、負レンズ群GBの焦点距離である。

【0025】条件式(3)は、レンズ径の小型化と高性能化とのバランスを図るための条件式である。条件式(3)の上限値を上回ると、広角端状態において負レンズ群GBを通過する軸外光束が光軸から離れるため、レンズ径が大型化してしまうので好ましくない。逆に、条件式(3)の下限値を下回ると、広角端状態において負レンズ群GBを通過する軸外光束が光軸に近づくため、望遠端状態での軸上収差と広角端状態での軸外収差とをそれぞれ独立に補正することができなくなるので好ましくない。つまり、負レンズ群GB中に配置された両側非球面レンズLpにおいて物体側のレンズ面と像側のレンズ面との間で収差補正機能の分離を図ることができなくなり、製造時に発生する偏心量が微小であっても性能が大きく劣化するので好ましくない。

【0026】また、本発明においては、より良好な結像性能を得るために、以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

$$-2.0 < f_t / f_x < 0.7 \quad (4)$$

ここで、 f_x は、開口絞りよりも物体側に配置されたレンズ群の望遠端状態における合成焦点距離である。また、 f_t は、望遠端状態におけるレンズ系全体の焦点距離である。

【0027】条件式(4)は、レンズ全長の短縮化および正の歪曲収差の良好な補正のための条件式である。条件式(4)の上限値を上回ると、広角端状態で発生する正の歪曲収差を良好に補正することができなくなるので好ましくない。逆に、条件式(4)の下限値を下回ると、レンズ全長が大型化してしまうので、好ましくない。

い。

【0028】また、本発明においては、レンズ系の最も物体側に配置された正の屈折力を有する第1レンズ群G

$$0.4 < f_1 / (f_w \cdot f_t)^{1/2} < 1.0 \quad (5)$$

ここで、 f_1 は、第1レンズ群G1の焦点距離である。また、 f_w および f_t は、それぞれ広角端状態および望遠端状態におけるレンズ系全体の焦点距離である。

【0029】条件式(5)は、レンズ径の小型化とレンズ全長の短縮化とのバランスを図るための条件式であって、第1レンズ群G1の焦点距離について適切な範囲を規定している。条件式(5)の上限値を上回ると、望遠端状態でのレンズ全長が大型化し、小型化を十分に図ることができなくなるので好ましくない。逆に、条件式(5)の下限値を下回ると、望遠端状態において第1レンズ群G1を通過する軸外光束が光軸から離れ、その結果レンズ径が大型化するので好ましくない。

【0030】また、本発明では、第1レンズ群G1による収斂作用を広角端状態よりも望遠端状態により強めるために、広角端状態から望遠端状態へのレンズ位置状態の変化に際して第1レンズ群G1と正レンズ群GAとの間隔を増大させることが望ましい。さらに、本発明では、負レンズ群GB中の両側非球面レンズLp以外のレンズに非球面を導入することにより、さらなる高性能化または小型化を図ることも可能である。特に、正レンズ群GA中において最も像側に配置された正レンズLaを両側非球面レンズとした場合、第1レンズ群G1の像側に隣接して配置される第2レンズ群G2において発生する軸上収差と軸外収差とを良好に補正することができ、より高性能化を図ることができる。

【0031】また、本発明においては、前述したように、各レンズ群で発生する球面収差をそれぞれ単独で補正することにより高変倍化を図っているが、製造時には

$$S(y) = (y^2/R) / \{1 + (1 - \kappa \cdot y^2/R^2)^{1/2}\} + C_4 \cdot y^4 + C_6 \cdot y^6 + C_8 \cdot y^8 + C_{10} \cdot y^{10} \quad (a)$$

なお、各実施例において2次の非球面係数 C_2 は0であり、頂点曲率半径Rと近軸曲率半径rとは一致している。各実施例において、非球面には面番号の右側に*印を付している。

【0034】〔第1実施例〕図1は、本発明の第1実施例にかかる可変焦点距離レンズ系の屈折力配分および広角端状態(W)から望遠端状態(T)への変倍時における各レンズ群の移動の様子を示す図である。図1に示すように、第1実施例にかかる可変焦点距離レンズ系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3とから構成されている。そして、広角端状態から望遠端状態への焦点距離状態の変化(すなわち変倍)に際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が減少するように、第1レ

1を備え、以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

各レンズ群毎に偏心調整を行うことが望ましい。特に、複数のレンズブロックで構成されるレンズ群では、レンズ室の前後からレンズを挿入し、例えばこのレンズ群によりレチクル像を結像させる構成とすることが好ましい。この場合、一部のレンズを偏心調整しながら形成されるレチクル像を観察し、レチクル像が十分鮮明になったレンズ位置で固定することにより、安定した光学品質の製品を市場に供給することができる。

【0032】また別の観点によれば、本発明においては、高変倍ズームレンズで発生しがちな手ブレ等に起因する像ブレによる撮影の失敗を防ぐために、レンズ系のブレを検出するブレ検出系と駆動手段とをレンズ系に組み合わせることができる。そして、レンズ系を構成するレンズ群のうち1つのレンズ群の全体または一部をシフトレンズ群として偏心させることにより像をシフトさせて、ブレ検出系により検出されたレンズ系のブレに起因する像ブレ(像面位置の変動)を補正することにより、本発明の可変焦点距離レンズ系をいわゆる防振光学系とすることが可能である。

【0033】

【実施例】以下、本発明の各実施例を、添付図面に基づいて説明する。各実施例において、非球面は、光軸に垂直な方向の高さを y とし、高さ y における各非球面の頂点の接平面から各非球面までの光軸に沿った距離(サグ量)を $S(y)$ とし、基準の曲率半径(頂点曲率半径)を R とし、円錐定数を κ とし、 n 次の非球面係数を C_n としたとき、以下の数式(a)で表される。

【数1】

レンズ群G1～第3レンズ群G3がすべて物体側へ移動する。

【0035】図2は、本発明の第1実施例にかかる可変焦点距離レンズ系のレンズ構成を示す図である。図2の可変焦点距離レンズ系において、第1レンズ群G1は、物体側から順に、両凸レンズと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズとの貼り合わせからなる接合レンズL1から構成されている。また、第2レンズ群G2は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズと物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズとの貼り合わせからなる接合レンズL21、および物体側の面および像側の面がともに非球面状に形成された両凸レンズL22から構成されている。

【0036】さらに、第3レンズ群G3は、物体側から順に、物体側の面および像側の面がともに非球面状に形成され且つ物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL

31、および物体側に凹面を向けた平凸レンズと像側に凸面を向けた平凸レンズとの貼り合わせからなる接合負レンズL32から構成されている。また、開口絞りSは、第2レンズ群G2中において接合レンズL21と両凸レンズL22との間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して第2レンズ群G2と一体的に移動する。

【0037】以上のように、第1実施例では、第3レンズ群G3がレンズ系の最も像側に配置された負レンズ群GBを構成し、第2レンズ群G2が負レンズ群GBの物体側に隣接して配置された正レンズ群GAを構成している。また、第3レンズ群G3において、正メニスカスレンズL31が像側に凸面を向け且つ物体側の面および像側の面がともに非球面状に形成された正レンズLpを構成し、接合負レンズL32が物体側に凹面を向けた負レンズ

Lnを構成している。さらに、第2レンズ群G2において、両凸レンズL22が開口絞りSの像側に配置された両凸レンズを、ひいては正レンズ群GA中において最も像側に配置された正レンズLaを構成している。

【0038】次の表(1)に、本発明の第1実施例の諸元の値を掲げる。表(1)において、fは焦点距離を、FNOはFナンバーを、 2ω は画角を、Bfはバックフォーカスをそれぞれ表している。さらに、面番号は光線の進行する方向に沿った物体側からのレンズ面の順序を、屈折率およびアッペ数はそれぞれd線($\lambda=587.6\text{ nm}$)に対する値を示している。

【0039】

【表1】

f=39.90~80.01~122.24~152.00					
FNO= 4.90~ 8.48~ 10.89~ 12.00					
$2\omega=54.77\sim29.26\sim18.53\sim15.79^\circ$					
面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	
1	44.8262	3.177	1.49700	81.61	(第1レンズ群G1)
2	-46.9777	0.80	1.72342	37.99	
3	-97.5772	(d3=可変)			
4	-10.8278	0.80	1.80420	46.51	(第2レンズ群G2)
5	-51.6844	2.68	1.49700	81.61	
6	-19.3388	0.564			
7	∞	1.00			(開口絞りS)
8*	63.0061	2.422	1.51450	63.05	
9*	-11.5366	(d9=可変)			
10*	-64.8367	2.69	1.68893	31.16	(第3レンズ群G3)
11*	-25.9587	3.572			
12	-12.9744	1.00	1.75500	52.50	
13	∞	2.00	1.48749	70.45	
14	-219.4199	(Bf)			

【0040】本発明の第1実施例において、両凸レンズL22および正メニスカスレンズL31の両側面すなわち第8面~第11面の各レンズ面は非球面状に形成されている。次の表(2)に、各非球面のデータ、すなわち頂点

曲率半径R、円錐定数 κ および各非球面係数 $C_4 \sim C_{10}$ の値を示す。

【0041】

【表2】

(第8面)

R	κ	C_4
63.0061	-2.7646	$+1.1749 \times 10^{-6}$
C_6	C_8	C_{10}
-8.5700×10^{-8}	$+6.8959 \times 10^{-9}$	-1.3980×10^{-9}

(第9面)

R	κ	C_4
-11.5366	1.0467	$+8.1986 \times 10^{-6}$
C_6	C_8	C_{10}
$+3.5663 \times 10^{-7}$	$+2.2465 \times 10^{-9}$	-1.1328×10^{-9}

(第10面)

R	κ	C_4
-64.8367	11.0000	$+4.6347 \times 10^{-5}$
C_6	C_8	C_{10}

+9.3099 $\times 10^{-7}$	-1.0318 $\times 10^{-8}$	+1.2859 $\times 10^{-11}$
〔第11面〕		
R	κ	C_4
-25.9587	-9.0000	-6.8055 $\times 10^{-5}$
C_6	C_8	C_{10}
+1.3842 $\times 10^{-6}$	-1.0672 $\times 10^{-8}$	-6.8799 $\times 10^{-12}$

【0042】本発明の第1実施例において、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との軸上空気間隔d3、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との軸上空気間隔d9およびバックフォーカスBfは、変倍（焦点距離fの変化）に際して変化する。次の表（3）に、広角端状態、第1中間焦点距離状態、第2中間焦点距離状態、および望遠端状態の各焦点距離状態における可変間隔を示す。

【0043】

〔表3〕

	広角端	第1中間	第2中間	望遠端
f	39.9000	80.0119	122.2415	152.0000
d3	1.3000	10.6313	19.9626	25.5480
d9	18.4937	8.1349	3.2773	0.8000
Bf	9.3287	39.6310	64.4322	78.8470

【0044】次の表（4）に、本発明の第1実施例における各条件式対応値を示す。

【0045】

〔表4〕

f p=61.114
f n=-17.946
f b=-26.943
f a=19.164
f x=-88.566
f l=73.538
(1) $\beta_{wb}=1.380$
(2) $(f n +f p)/ 2 \cdot f b =1.467$
(3) $f a/ f b =0.711$
(4) $f t/f x=-1.716$
(5) $f l/(f w \cdot f t)^{1/2}=0.944$

【0046】図3乃至図6は、d線（ $\lambda=587.6\text{nm}$ ）に対する第1実施例の諸収差図である。すなわち、図3は広角端状態（ $f=39.90$ ）における無限遠合焦状態での諸収差図であり、図4は第1中間焦点距離状態（ $f=80.01$ ）における無限遠合焦状態での諸収差図であり、図5は第2中間焦点距離状態（ $f=122.24$ ）における無限遠合焦状態での諸収差図であり、図6は望遠端状態（ $f=152.00$ ）における無限遠合焦状態での諸収差図である。

【0047】各収差図において、FNOはFナンバーを、Yは像高を、Aは各像高に対する半角をそれぞれ示している。また、非点収差を示す収差図において、実線はサジタル像面を示し、破線はメリディオナル像面を示している。さらに、球面収差を示す収差図において、実線は球面収差を示し、破線はサインコンディション（正弦

条件）を示している。各収差図から明らかなように、第1実施例では、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有することがわかる。

【0048】〔第2実施例〕図7は、本発明の第2実施例にかかる可変焦点距離レンズ系の屈折力配分および広角端状態（W）から望遠端状態（T）への変倍時における各レンズ群の移動の様子を示す図である。図7に示すように、第2実施例にかかる可変焦点距離レンズ系は第1実施例と同様に、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3とから構成されている。そして、広角端状態から望遠端状態への焦点距離状態の変化（すなわち変倍）に際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が減少するように、第1レンズ群G1～第3レンズ群G3がすべて物体側へ移動する。

【0049】図8は、本発明の第2実施例にかかる可変焦点距離レンズ系のレンズ構成を示す図である。図8の可変焦点距離レンズ系において、第1レンズ群G1は、物体側から順に、両凸レンズと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズとの貼り合わせからなる接合レンズL1から構成されている。また、第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凹レンズと両凸レンズとの貼り合わせからなる接合レンズL21、および像側の面が非球面状に形成された両凸レンズL22から構成されている。

【0050】さらに、第3レンズ群G3は、物体側から順に、物体側の面および像側の面がともに非球面状に形成され且つ物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL31、および物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL32から構成されている。また、開口絞りSは、第2レンズ群G2中において接合レンズL21と両凸レンズL22との間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して第2レンズ群G2と一体的に移動する。

【0051】以上のように、第2実施例では第1実施例と同様に、第3レンズ群G3がレンズ系の最も像側に配置された負レンズ群GBを構成し、第2レンズ群G2が負レンズ群GBの物体側に隣接して配置された正レンズ群GAを構成している。また、第3レンズ群G3において、正メニスカスレンズL31が像側に凸面を向け且つ物体側の面および像側の面がともに非球面状に形成された正レンズLpを構成し、負メニスカスレンズL32が物体側に凹面を向けた負レンズLnを構成している。さら

に、第2レンズ群G2において、両凸レンズL22が開口絞りSの像側に配置された両凸レンズを、ひいては正レンズ群GA中において最も像側に配置された正レンズLaを構成している。

【0052】次の表(5)に、本発明の第2実施例の諸元の値を掲げる。表(5)において、 f は焦点距離を、FNOはFナンバーを、 2ω は画角を、 Bf はバックフォーカスをそれぞれ表している。さらに、面番号は光線の進行する方向に沿った物体側からのレンズ面の順序を、屈折率およびアッペ数はそれぞれ d 線($\lambda=587.6$ nm)に対する値を示している。

【0053】
【表5】

$f=39.90\sim68.29\sim96.14\sim114.00$					
FNO= 5.77~ 8.83~10.96~ 12.00					
$2\omega=54.27\sim34.00\sim24.68\sim 20.94^\circ$					
面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	
1	21.9665	3.177	1.49700	81.61	(第1レンズ群G1)
2	-39.0600	0.80	1.72825	28.46	
3	-88.2420	($d3$ =可変)			
4	-15.9690	0.80	1.80400	46.58	(第2レンズ群G2)
5	40.0900	1.70	1.62004	36.26	
6	-87.7678	2.80			
7	∞	1.00			(開口絞りS)
8	28.5112	2.00	1.51450	63.05	
9*	-13.4581	($d9$ =可変)			
10*	-53.0174	2.10	1.68893	31.16	(第3レンズ群G3)
11*	-27.0855	4.10			
12	-9.8404	1.00	1.77250	49.61	
13	-54.2614	(Bf)			

【0054】本発明の第2実施例において、両凸レンズL22の像側の面および正メニスカスレンズL31の両側面すなわち第9面~第11面の各レンズ面は非球面状に形成されている。次の表(6)に、各非球面のデータ、すなわち頂点曲率半径 R 、円錐定数 κ および各非球面係数 $C_4\sim C_{10}$ の値を示す。

【0055】
【表6】

〔第9面〕		
R	κ	C_4
-13.4581	-0.1752	$+2.2259\times10^{-5}$
C_6	C_8	C_{10}
$+8.0907\times10^{-7}$	-3.1970×10^{-9}	$+1.3268\times10^{-10}$
〔第10面〕		
R	κ	C_4
-53.0174	0.3695	$+5.4725\times10^{-5}$
C_6	C_8	C_{10}
$+1.6955\times10^{-6}$	-4.0319×10^{-8}	$+1.8950\times10^{-10}$
〔第11面〕		
R	κ	C_4
-27.0855	8.3423	$+2.4363\times10^{-5}$
C_6	C_8	C_{10}
$+2.1095\times10^{-6}$	-4.2466×10^{-8}	$+1.8050\times10^{-10}$

【0056】本発明の第2実施例において、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との軸上空気間隔 $d3$ 、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との軸上空気間隔 $d9$ およびバックフォーカス Bf は、変倍(焦点距離 f の変化)に際して変化する。次の表(7)に、広角端状態、第1中間焦点距離状態、第2中間焦点距離状態、および望遠端状態の各焦点距離状態における可変間隔を示す。

【0057】

【表7】

	広角端	第1中間	第2中間	望遠端
f	39.9000	68.2946	96.1350	114.0025
d3	1.3000	4.7499	8.1998	10.2648
d9	13.1199	6.5599	2.8716	1.0000
Bf	11.3193	31.0278	47.8661	57.6094

【0058】次の表(8)に、本発明の第2実施例における各条件式対応値を示す。

【0059】

【表8】

- f p=78.091
 f n=-15.714
 f b=-20.569
 f a=18.062
 f x=-92.520
 f l=40.332
 (1) $\beta_{wb}=1.549$
 (2) $(|f n|+f p)/|2 \cdot f b|=2.280$
 (3) $f a/|f b|=0.878$
 (4) $f t/f x=-1.232$
 (5) $f l/(f w \cdot f t)^{1/2}=0.598$

【0060】図9乃至図12は、d線($\lambda=587.6$ nm)に対する第2実施例の諸収差図である。すなわち、図9は広角端状態($f=39.90$)における無限遠合焦状態での諸収差図であり、図10は第1中間焦点距離状態($f=68.29$)における無限遠合焦状態での諸収差図であり、図11は第2中間焦点距離状態($f=96.14$)における無限遠合焦状態での諸収差図であり、図12は望遠端状態($f=114.00$)における無限遠合焦状態での諸収差図である。

【0061】各収差図において、FNOはFナンバーを、Yは像高を、Aは各像高に対する半面角をそれぞれ示している。また、非点収差を示す収差図において、実線はサジタル像面を示し、破線はメリディオナル像面を示している。さらに、球面収差を示す収差図において、実線は球面収差を示し、破線はサインコンディション(正弦条件)を示している。各収差図から明らかなように、第2実施例においても、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有することがわかる。

【0062】〔第3実施例〕図13は、本発明の第3実施例にかかる可変焦点距離レンズ系の屈折力配分および広角端状態(W)から望遠端状態(T)への変倍時における各レンズ群の移動の様子を示す図である。図13に示すように、第3実施例にかかる可変焦点距離レンズ系は第1実施例および第2実施例とは異なり、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、負の屈折力を有する第5レンズ群G5とから構成されている。そして、広角端状態から望遠端状態への

焦点距離状態の変化(すなわち変倍)に際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が増大し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との空気間隔が減少するように、第1レンズ群G1〜第5レンズ群G5がすべて物体側へ移動する。

【0063】図14は、本発明の第3実施例にかかる可変焦点距離レンズ系のレンズ構成を示す図である。図14の可変焦点距離レンズ系において、第1レンズ群G1は、物体側から順に、両凸レンズと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズとの貼り合わせからなる接合レンズL1から構成されている。また、物体側から順に、両凹レンズL21、両凸レンズL22、および物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL23から構成されている。さらに、第3レンズ群G3は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL3から構成されている。

【0064】また、第4レンズ群G4は、物体側から順に、両凸レンズと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズとの貼り合わせからなる接合正レンズL4から構成されている。さらに、第5レンズ群G5は、物体側から順に、物体側の面および像側の面がともに非球面状に形成され且つ物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL51、および物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL52から構成されている。また、開口絞りSは、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して第4レンズ群G4と一体的に移動する。さらに、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、第2レンズ群G2と第4レンズ群G4とは一体的に移動する。

【0065】以上のように、第3実施例では、第5レンズ群G5がレンズ系の最も像側に配置された負レンズ群GBを構成し、第4レンズ群G4が負レンズ群GBの物体側に隣接して配置された正レンズ群GAを構成している。また、第5レンズ群G5において、正メニスカスレンズL51が像側に凸面を向け且つ物体側の面および像側の面がともに非球面状に形成された正レンズLpを構成し、負メニスカスレンズL52が物体側に凹面を向けた負レンズLnを構成している。さらに、第4レンズ群G4において、接合正レンズL4中の両凸レンズが開口絞りSの像側に配置された両凸レンズを構成し、接合正レンズL4が正レンズ群GA中において最も像側に配置された正レンズLaを構成している。

【0066】次の表(9)に、本発明の第3実施例の諸元の値を掲げる。表(9)において、fは焦点距離を、FNOはFナンバーを、 2ω は面角を、Bfはバックフォーカスをそれぞれ表している。さらに、面番号は光線の進行する方向に沿った物体側からのレンズ面の順序を、屈折率およびアッベ数はそれぞれd線($\lambda=587.6$ nm)に対する値を示している。

【0067】

【表9】

$f=26.25 \sim 47.56 \sim 70.52 \sim 95.00$
 $FNO=4.54 \sim 7.00 \sim 9.09 \sim 11.00$
 $2\omega=66.21 \sim 38.44 \sim 26.59 \sim 20.02^\circ$

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数	
1	28.0386	2.70	1.48749	70.45	(第1レンズ群G1)
2	-28.0170	0.80	1.84666	23.83	
3	-48.2312	(d3=可変)			
4	-24.7460	0.80	1.83500	42.97	(第2レンズ群G2)
5	12.8649	0.80			
6	11.6067	2.05	1.72825	28.31	
7	-35.0670	0.40			
8	-13.4215	0.80	1.83400	37.35	
9	-65.5501	(d9=可変)			
10	-129.1336	1.70	1.49700	81.61	(第3レンズ群G3)
11	-13.0143	(d11=可変)			
12	∞	0.50			(開口絞りS)
13	16.7218	2.15	1.48749	70.45	(第4レンズ群G4)
14	-7.6264	0.80	1.80610	40.73	
15	-14.3043	(d15=可変)			
16*	-54.5927	1.80	1.68893	31.16	(第5レンズ群G5)
17*	-25.0006	4.75			
18	-8.1526	1.00	1.75520	52.50	
19	-87.1485	(Bf)			

【0068】本発明の第3実施例において、正メニスカスレンズL51の両側面すなわち第16面および第17面の各レンズ面は非球面状に形成されている。次の表(10)に、各非球面のデータ、すなわち頂点曲率半径R、

円錐定数 κ および各非球面係数 $C_4 \sim C_{10}$ の値を示す。

【0069】

【表10】

〔第16面〕

R	κ	C_4
-54.5927	-9.0000	$+5.5576 \times 10^{-5}$
C_6	C_8	C_{10}
$+7.7641 \times 10^{-7}$	$+3.3030 \times 10^{-8}$	-1.5836×10^{-10}

〔第17面〕

R	κ	C_4
-25.0006	1.0000	-1.8109×10^{-5}
C_6	C_8	C_{10}
-2.6979×10^{-7}	$+3.4794 \times 10^{-8}$	-2.2404×10^{-10}

【0070】本発明の第3実施例において、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との軸上空気間隔d3、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との軸上空気間隔d9、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との軸上空気間隔d11、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との軸上空気間隔d15およびバックフォーカスBfは、変倍(焦点距離fの変化)に際して変化する。次の表(11)に、広角端状態、第1中間焦点距離状態、第2中間焦点距離状態、および望遠端状態の各焦点距離状態における可変間隔を示す。

【0071】

【表11】

	広角端	第1中間	第2中間	望遠端
f	26.2500	47.5626	70.5236	94.9987
d3	0.6500	5.2408	8.7401	11.4959
d9	2.8656	1.3881	0.7751	0.6000
d11	3.0344	4.0119	4.6249	4.8000
d15	9.3878	4.8674	2.4525	0.6000
Bf	6.6449	19.2396	30.8205	42.5837

【0072】次の表(12)に、本発明の第3実施例における各条件式対応値を示す。

【0073】

【表12】

$$f_p = 65.327$$

$$f_n = -11.978$$

$$f_b = -15.796$$

$$f_a = 23.049$$

$$f_x = 232.863$$

$$f_l = 45.5921$$

$$(1) \beta_w = 1.402$$

$$(2) (|f_n| + f_p) / |2 \cdot f_b| = 2.447$$

$$(3) f_a / |f_b| = 1.459$$

$$(4) f_t / f_x = 0.408$$

$$(5) f_l / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 0.913$$

【0074】図15乃至図18は、d線 ($\lambda = 587.6 \text{ nm}$) に対する第3実施例の諸収差図である。すなわち、図15は広角端状態 ($f = 26.25$) における無限遠合焦状態での諸収差図であり、図16は第1中間焦点距離状態 ($f = 47.56$) における無限遠合焦状態での諸収差図であり、図17は第2中間焦点距離状態 ($f = 70.52$) における無限遠合焦状態での諸収差図であり、図18は望遠端状態 ($f = 95.00$) における無限遠合焦状態での諸収差図である。

【0075】各収差図において、FNOはFナンバーを、Yは像高を、Aは各像高に対する半画角をそれぞれ示している。また、非点収差を示す収差図において、実線はサジタル像面を示し、破線はメリディオナル像面を示している。さらに、球面収差を示す収差図において、実線は球面収差を示し、破線はサインコンディション (正弦条件) を示している。各収差図から明らかなように、第3実施例においても、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有することがわかる。

【0076】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、少ないレンズ枚数でありながら、小型で、高変倍比を有する可変焦点距離レンズ系を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例にかかる可変焦点距離レンズ系の屈折力配分および広角端状態 (W) から望遠端状態 (T) への変倍時における各レンズ群の移動の様子を示す図である。

【図2】本発明の第1実施例にかかる可変焦点距離レンズ系のレンズ構成を示す図である。

【図3】第1実施例の広角端状態における無限遠合焦状

態での諸収差図である。

【図4】第1実施例の第1中間焦点距離状態における無限遠合焦状態での諸収差図である。

【図5】第1実施例の第2中間焦点距離状態における無限遠合焦状態での諸収差図である。

【図6】第1実施例の望遠端状態における無限遠合焦状態での諸収差図である。

【図7】本発明の第2実施例にかかる可変焦点距離レンズ系の屈折力配分および広角端状態 (W) から望遠端状態 (T) への変倍時における各レンズ群の移動の様子を示す図である。

【図8】本発明の第2実施例にかかる可変焦点距離レンズ系のレンズ構成を示す図である。

【図9】第2実施例の広角端状態における無限遠合焦状態での諸収差図である。

【図10】第2実施例の第1中間焦点距離状態における無限遠合焦状態での諸収差図である。

【図11】第2実施例の第2中間焦点距離状態における無限遠合焦状態での諸収差図である。

【図12】第2実施例の望遠端状態における無限遠合焦状態での諸収差図である。

【図13】本発明の第3実施例にかかる可変焦点距離レンズ系の屈折力配分および広角端状態 (W) から望遠端状態 (T) への変倍時における各レンズ群の移動の様子を示す図である。

【図14】本発明の第3実施例にかかる可変焦点距離レンズ系のレンズ構成を示す図である。

【図15】第3実施例の広角端状態における無限遠合焦状態での諸収差図である。

【図16】第3実施例の第1中間焦点距離状態における無限遠合焦状態での諸収差図である。

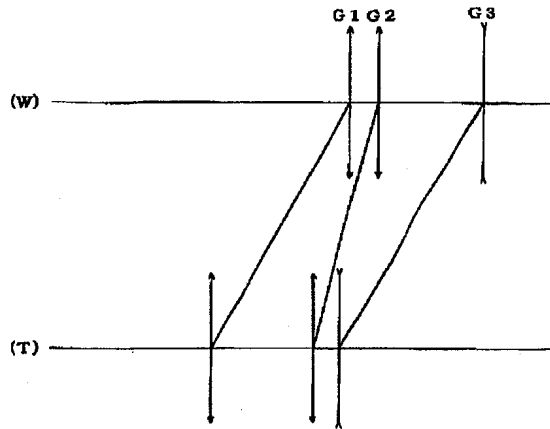
【図17】第3実施例の第2中間焦点距離状態における無限遠合焦状態での諸収差図である。

【図18】第3実施例の望遠端状態における無限遠合焦状態での諸収差図である。

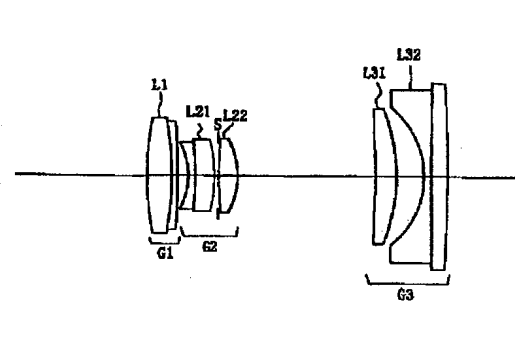
【符号の説明】

G1	第1レンズ群
G2	第2レンズ群
G3	第3レンズ群
G4	第4レンズ群
G5	第5レンズ群
Li	各レンズ成分
S	開口絞り

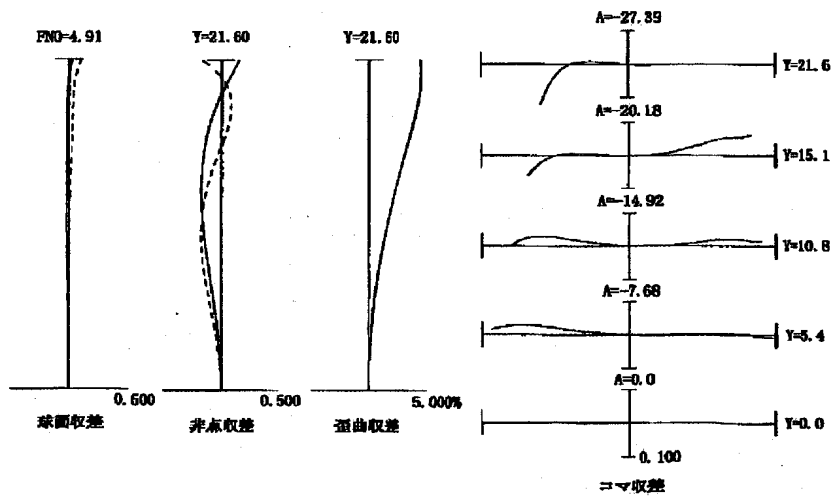
【図1】



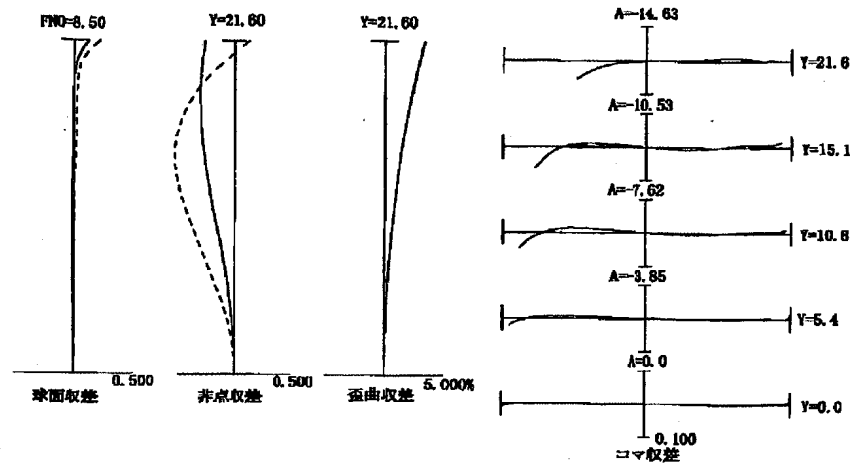
【図2】



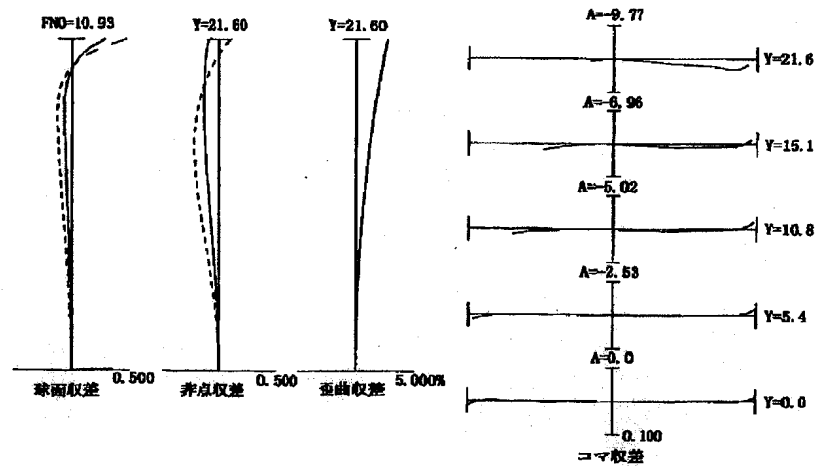
【図3】



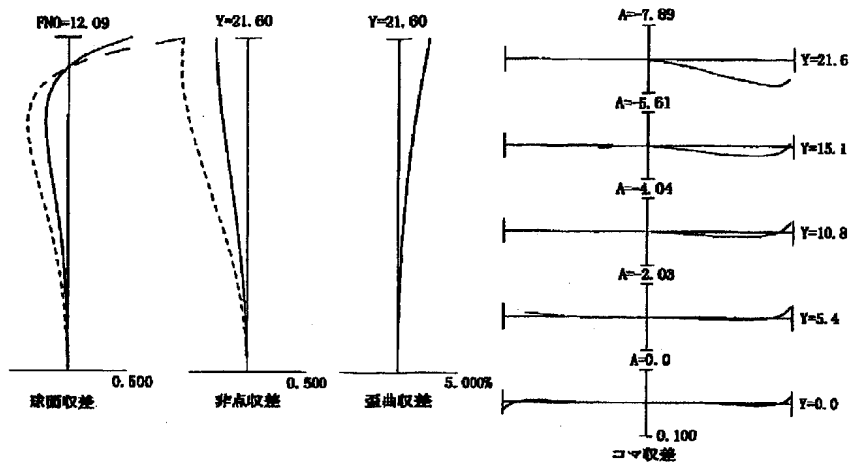
【図4】



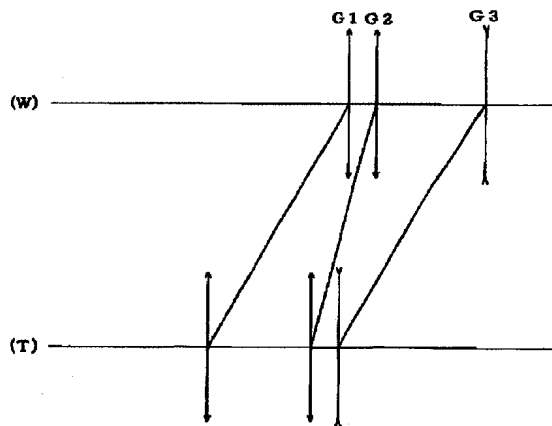
【図5】



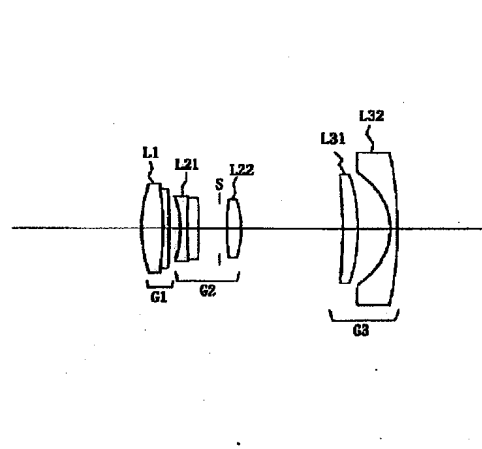
【图6】



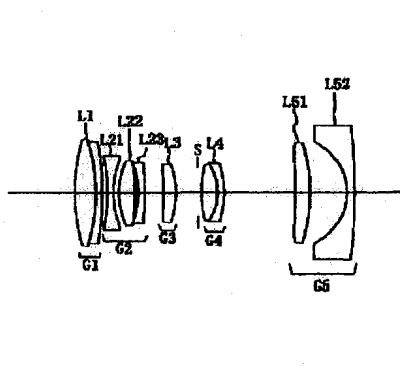
【图7】



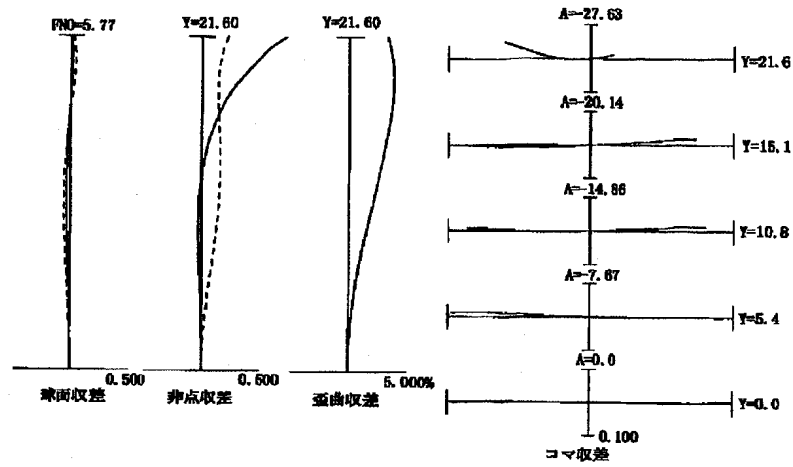
【图8】



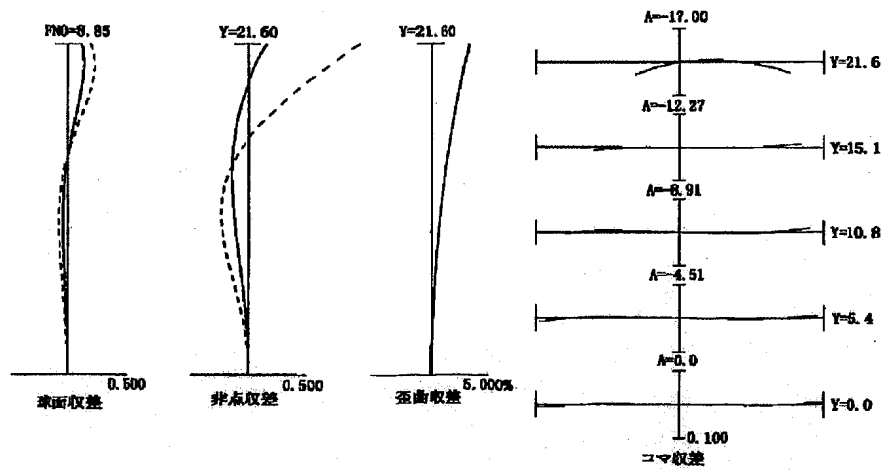
【图14】



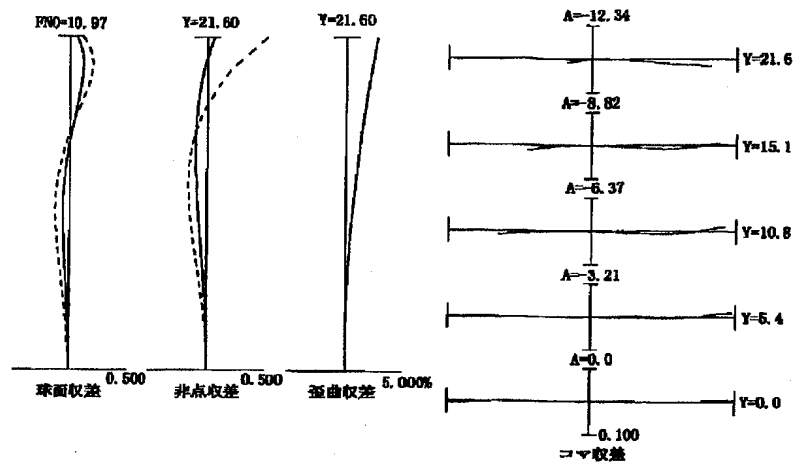
【図9】



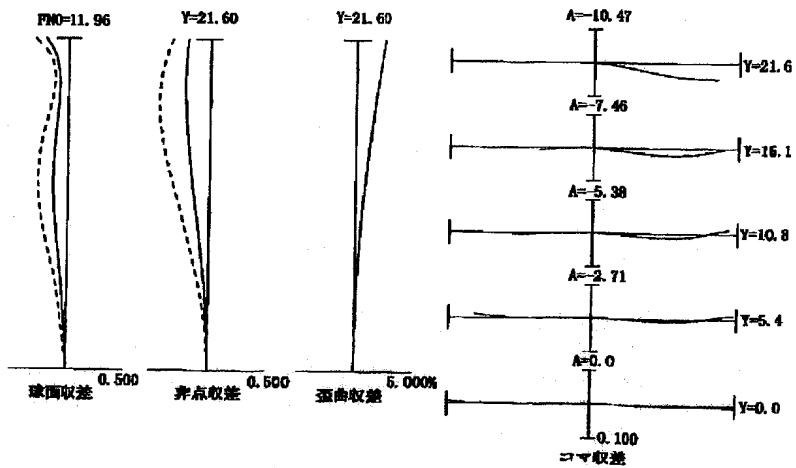
【図10】



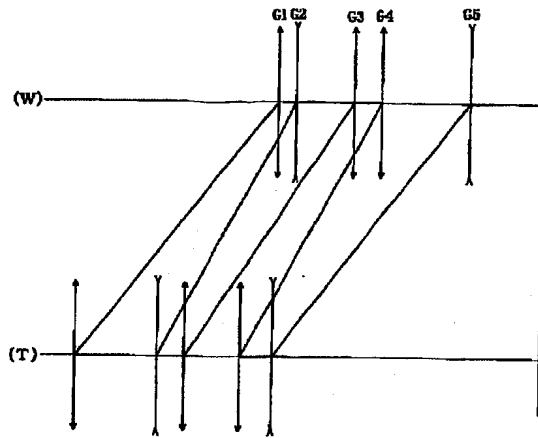
【图11】



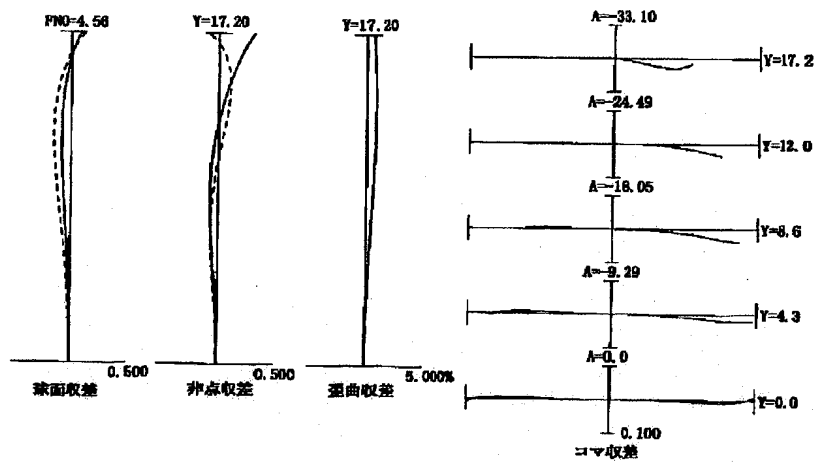
【图12】



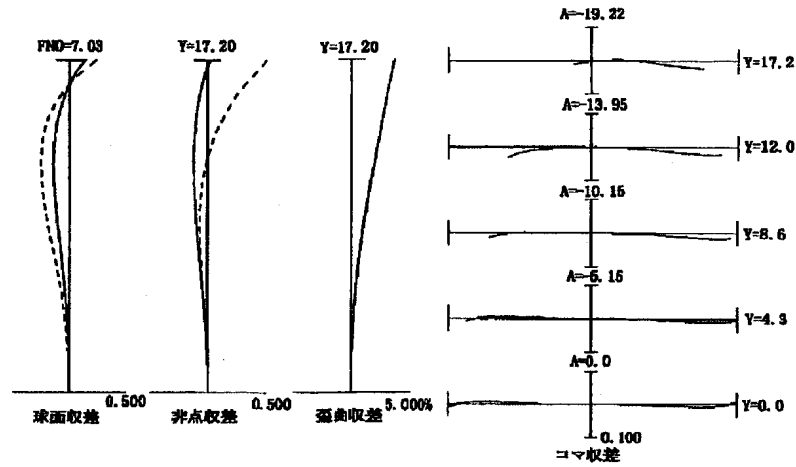
【图13】



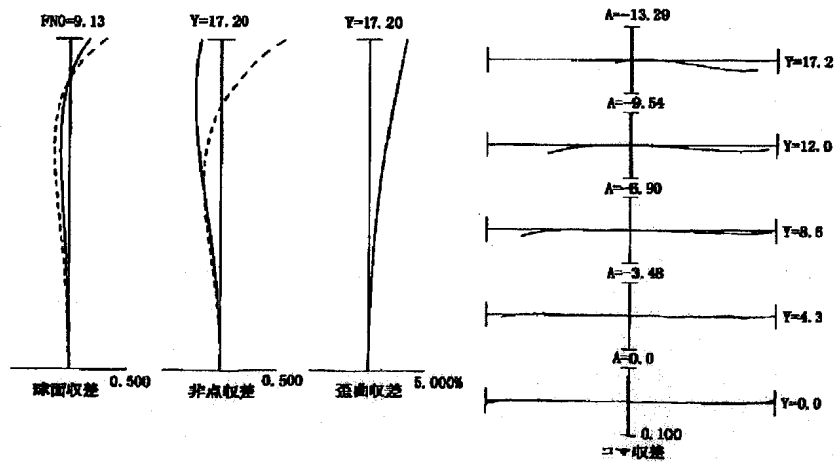
【图15】



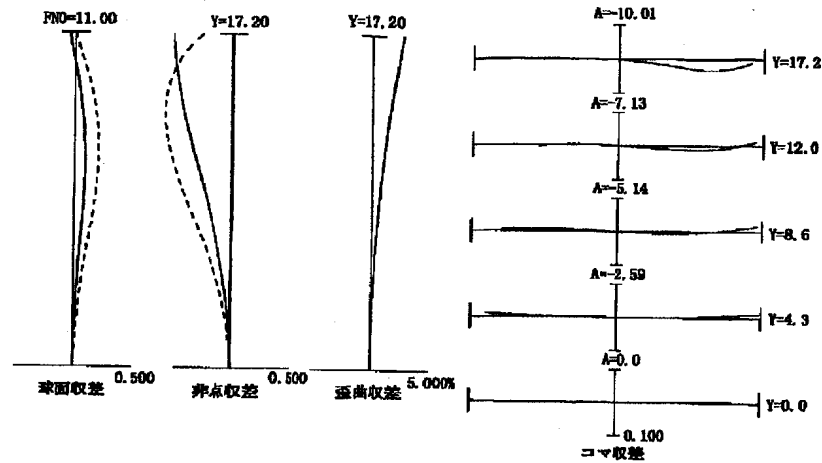
【图16】



【图17】



【図18】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA02 NA07 PA05 PA08 PA19
PA20 PB07 PB08 PB10 QA02
QA07 QA14 QA22 QA26 QA33
QA37 QA41 QA42 QA45 QA46
RA05 RA12 RA13 RA36 SA06
SA10 SA13 SA16 SA20 SA43
SA47 SA49 SA52 SA56 SA62
SA63 SA64 SA65 SA66 SB03
SB14 SB22 SB23 SB24 SB33
SB43